

BAB XX

DEFORMASI PADA KONSTRUKSI LAS

A. Gambaran Umum Deformasi

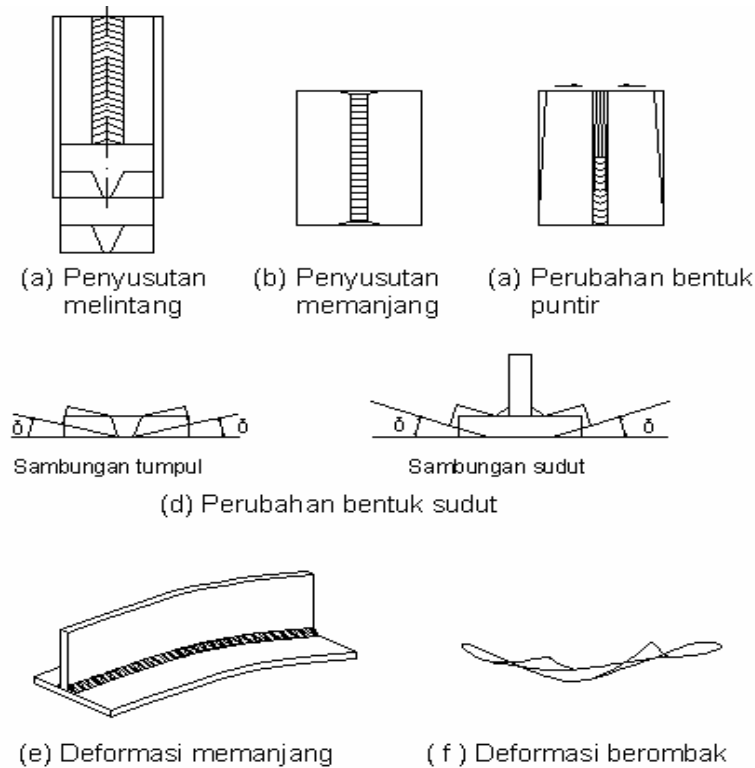
. Deformasi adalah perubahan bentuk akibat adanya tegangan dalam logam yaitu tegangan memanjang dan tegangan melintang, yang disebabkan oleh ekspansi (pengembangan) yang tidak uniform/merata dari logam las selama periode pemanasan dan pendinginan. Bila pendinginan ini dibiarkan membeku secara bebas maka volume dari logam cair tersebut akan mengalami penyusutan secara bebas. Bila sebuah logam dipanasi secara merata (uniform) maka akan terjadi ekspansi (pengembangan) ke segala arah dan setelah terjadi pendinginan maka akan terjadi kontraksi secara merata (uniform) sampai dimensi semula. Bila suatu batang mendapat tahanan selama dipanaskan maka ekspansi ke arah lateral tidak akan terjadi namun volume ekspansi harus terjadi sehingga batang akan mengalami ekspansi ke arah vertikal. Bila batang tersebut kembali ke temperatur kamar maka kontraksi tetap terjadi ke segala arah secara merata (uniform) sehingga batang sekarang menjadi berubah bentuk dari bentuk semula. Kecepatan pengelasan juga akan mempengaruhi terhadap terjadinya distorsi/deformasi, karena lama tidaknya panas diterima oleh logam las.

Dalam proses terjadinya perubahan bentuk (deformasi) disebabkan karena adanya pencairan, pembekuan, pengembangan termal, perpendekan dan penyusutan maka pada konstruksi las selalu terjadi perubahan bentuk yang sangat rumit. Walaupun demikian secara kasar perubahan bentuk yang terjadi masih dapat dipisah – pisahkan. Untuk las tumpul dan las sudut pengelompokan dari perubahan bentuk yang terjadi

Faktor yang mempengaruhi terbentuknya deformasi las dapat dibagi dalam dua kelompok, yaitu

1. kelompok pertama yang erat hubungannya dengan masukan panas pengelasan dan sangat ditentukan oleh tegangan listrik, aliran listrik, kecepatan dan ukuran serta jenis elektrode, cara pengelasan, suhu pemanasan mula, tebal pelat, geometri sambungan dan jumlah lapisan dari lasan.
2. kelompok kedua yang disebabkan oleh adanya penahan atau penghalang pada sambungan las. Sedangkan yang tercakup dalam kelompok yang kedua adalah : bentuk, ukuran serta

susunan dari batang – batang penahan dan urutan pengelasan.



Gambar 20.1 Perubahan bentuk pada las.

B. Sambungan Las Dan Perubahan Bentuk.

(1). Penyusutan Dan Perubahan Sudut.

a. Penyusutan

Besarnya penyusutan dipengaruhi oleh tebal pelat (h), Kecepatan Pengelasan (V) dan besarnya arus (I). Penyusutan kearah memanjang sangat kecil bila dibandingkan terhadap penyusutan melintang. Hal ini disebabkan oleh adanya perlawanan dari logam induk.

b. Perubahan sudut adalah perubahan yang disebabkan karena adanya perbedaan temperatur antara permukaan yang dilas dan permukaan sebaliknya.

Perubahan sudut akan mencapai harga tertinggi pada

suatu harga $\frac{I}{h} \sqrt{Vh}$ (dimana : I = arus las, h = tebal pelat

dan V = kecepatan las) ditengah – tengah dari sumbu diatas. Harga tertinggi ini pada dasarnya tidak dipengaruhi

oleh ukuran elektroda tetapi harga $\frac{I}{h} \sqrt{Vh}$ untuk perubahan sudut tertinggi menjadi lebih besar dengan bertambah besarnya diameter elektroda.

(2). Perubahan Dasar Pada Sambungan Las Sudut Bentuk T.

Perubahan sudut pada sambungan las sudut bentuk T kira – kira dua kali harga perubahan sudut pada sambungan pelat. Dalam hal sambungan las berlapis banyak, besarnya perubahan berbanding lurus dengan jumlah lapisan terhadap simpangan pada las sudut lapis banyak. Ditunjukan cara memilih metoda pengelasan yang sesuai agar perubahan bentuk yang terjadi sekecil – kecilnya. Bila tebal pelat kurang dari 10 mm las busur listrik secara manual dengan elektroda yang besarnya memberikan perubahan yang lebih kecil daripada yang terjadi karena las busur rendam tetapi bila pelat yang dilas tebalnya lebih dari 12 mm maka hal sebaliknya yang terjadi.

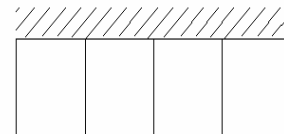
(3). Perubahan Bentuk Dalam Las Tumpul.

a. Penyusutan lintang

Penyusutan pada las akar akan berkurang dengan bertambah tebalnya pelat dan akhirnya mencapai suatu harga tertentu tetapi penyusutan tersebut menjadi lebih besar dengan bertambah besarnya masukkan panas. Dalam hal ini lapisan las pada las akar dengan sendirinya las akar akan memberikan perubahan bentuk yang terbesar bila dibandingkan dengan penyusutan yang disebabkan oleh lapisan las, bahwa



(a) Sambungan T bebas



(b) Sambungan T tertahan

Gambar 20.2. Deformasi karena perubahan sudut dalam dua macam konstruksi.

bahwa penyusutan bertambah besar dengan bertambah besarnya celah akar. Hal ini disebabkan karena logam lasnya menjadi lebih berat. Pengaruh dari jenis dan ukuran elektroda terhadap penyusutan lintang) pada kampuh las, bahwa

kampuh V menyebabkan perubahan bentuk yang lebih besar daripada kampuh X. Seperti dijelaskan diatas hal ini disebabkan karena pada pelat yang sama tebalnya kampuh V memerlukan bahan las yang lebih besar dari pada kampuh X. Dalam tabel 20.1. dapat dilihat pengaruh dari kondisi pengelasan terhadap penyusutan lintang.

(b) Perubahan sudut :

Dalam las tumpul perbedaan berat bahan las pada permukaan las dengan permukaan sebaliknya sangat mempengaruhi besarnya perubahan sudut. dapat dilihat pengaruh dari bentuk alur terhadap perubahan sudut. Dalam hal perubahan sudut, percobaan – percobaan menunjukkan hasil yang memuaskan pada pengelasan pelat tebal antara 10 sampai 15 mm dengan alur bentuk V, pada pengelasan pelat tebal antara 15 sampai 30 mm dengan alur bentuk X tidak simetri dan pada pelat tebal antara 30 sampai 40 mm dengan alur bentuk X yang simetri

Tabel 20.1. Pengaruh kondisi las terhadap penyusutan.

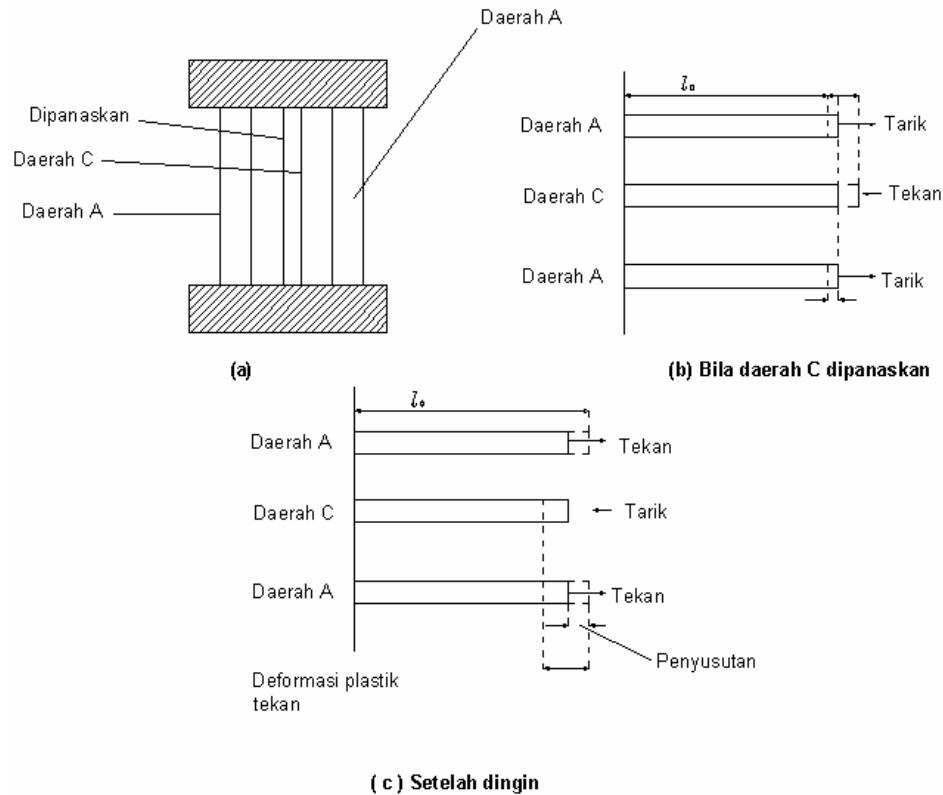
Unsur.	Pengaruh
Celah akar.	Celah akar makin besar, penyusutan juga makin besar.
Bentuk alur.	Penyusunan pada alur V lebih besar daripada penyusutan pada alur X.
Ukuran elektroda.	Elektroda diameter lebih besar memberikan penyusutan yang lebih kecil.
Gerakan elektroda.	Urutan anyaman memberikan penyusutan yang kecil.
Intensitas penahan.	Penahanan dengan intensitas tinggi memberikan penyusutan yang kecil.
Jenis fluks.	Tidak begitu berpengaruh.
Pemukulan.	Pemukulan mengurangi penyusutan.
Pemahatan belakang lasan.	Pemahatan sendiri tidak menimbulkan penyusutan. Tetapi bila dilakukan dengan api akan terjadi penyusutan. Pengelasan lawan akan memberikan penyusutan
Las busur rendam.	Penyusutan melintang sangat kecil ($\frac{1}{3}$ dari las tangan). Hal ini disebabkan karena bentuk alur I yang kira-kira juga memerlukan logam las yang hanya $\frac{1}{3}$ pada pengelasan dengan tangan

C. Perubahan Bentuk Karena Pemotongan Gas

Pemotongan dengan gas adalah suatu cara memotong logam dengan mengoksidasikan logam yang dipotong dengan menggunakan sumber panas yang terpusat. Karena peristiwa ini maka dengan sendirinya terjadi pembagian suhu yang tidak merata seperti halnya dalam proses pengelasan. Karena pembagian temperatur yang tidak merata ini maka terjadi tegangan sisa dan perubahan bentuk dari logam yang dipotong. Tegangan sisa (Residual Stress) terjadi karena pengelasan. Dalam hal ini dibagi menjadi dua kelompok yaitu :

1. Tegangan sisa oleh adanya halangan dalam yang terjadi karena pemanasan dan pendinginan setempat pada bagian konstruksi yang bebas.
2. Tegangan sisa oleh adanya halangan luar, yang terjadi karena perubahan bentuk dan penyusutan dari konstruksi.

Terjadinya tegangan sisa dapat dilihat dalam Gbr 20.3 dimana daerah C mengembang Pada waktu pengelasan. Pengembangan pada C ditahan oleh daerah A, sehingga pada daerah C terjadi tegangan tarik. Tetapi bila daerah A luasnya jauh lebih besar dari C, maka pada daerah C akan terjadi perubahan bentuk tetap, sedangkan pada daerah A terjadi perubahan bentuk elastik. Pada waktu pengelasan selesai, terjadilah proses pendinginan dimana bagian C menyusut cukup besar disamping karena pendinginan juga karena adanya tegangan tekan. Penyusutan ini ditahan oleh daerah A. Karena itu pada daerah C akan terjadi tegangan tarik yang diimbangi oleh tegangan tekan pada daerah A. Hal – hal yang berpengaruh dalam pembentukan tegangan sisa adalah besar transformasi dan kekuatan pada sambungan las, suhu pemanasan yang tertinggi, kecepatan pendinginan.



Gambar 20.3. Pembentukan Tegangan Sisa.

D. Pencegahan dan Pelurusan Perubahan Bentuk.

(1). Penghindaran Perubahan Bentuk.

Perubahan bentuk yang terjadi dalam pengelasan tidak hanya mengurangi ketelitian ukuran dan penampakan luarnya saja tetapi juga menurunkan kekuatannya. Bila perubahan bentuk ini terjadi, untuk meluruskannya kembali diperlukan waktu dan kerja yang cukup banyak, karena itu sedapat mungkin harus dihindari dengan menentukan prosedurnya lebih dahulu sebelum pelaksanaan pengelasannya.

Hal pertama yang perlu dilakukan adalah meluruskan semua bagian – bagian yang akan dilas sesuai dengan bentuk dan ukuran yang seharusnya, sebelum dilas. Sedangkan pada waktu mengelas hal – hal dibawah ini dapat dilakukan agar perubahan bentuk dapat dihindari.

a. Pengurangan masukkan panas dan logam las

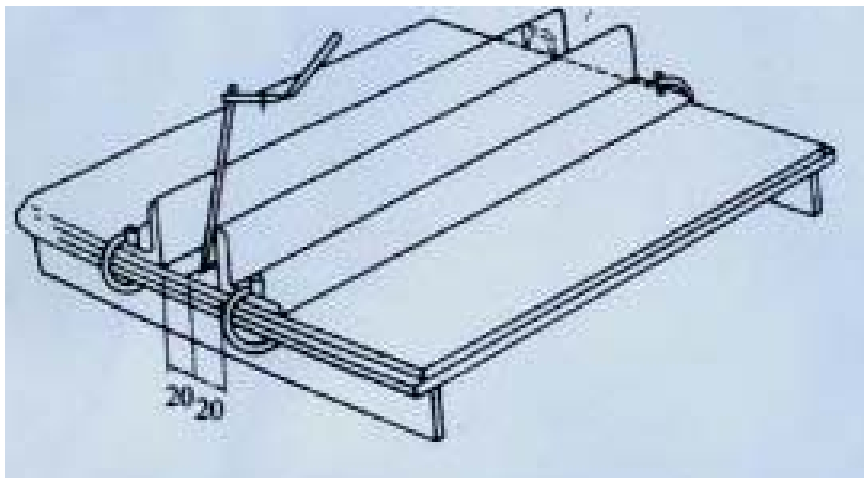
Dengan mengurangi masukkan panas lasan sampai seperlunya saja maka tidak akan terjadi suhu yang terlalu tinggi sehingga perubahan bentuk dapat dikurangi menjadi sekecil – kecilnya. Bila logam las dikurangi, maka jumlah logam yang menyusut pada waktu mendingin tidak terlalu banyak dan dengan sendirinya perubahan bentuk juga dapat dikurangi. Pengurangan bahan las dapat dilakukan dengan mengurangi panjang lasan, memilih bentuk kampuh yang sesuai, memotong pelat yang akan dilas dan merakitnya dengan teliti.

b. Menentukan urutan pengelasan yang tepat

Perubahan bentuk pada umumnya dapat dihindari dengan urutan pengelasan yang simetri. Dalam menghindari perubahan puntir dan perubahan memanjang dapat digunakan urutan meloncat. Di bawah ini adalah beberapa hal yang dapat dilakukan untuk menghindari perubahan bentuk selama proses pengelasan.

1). Menghindari perubahan bentuk pada las tumpul dalam proses pembuatan.

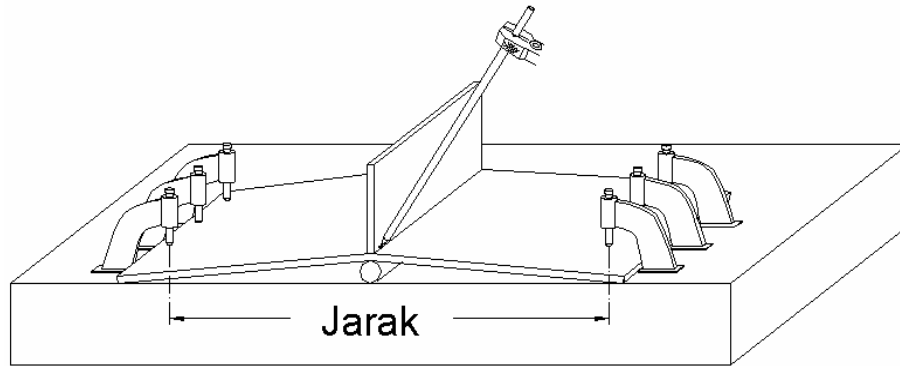
Dalam hal ini ada dua hal yang dapat dilakukan yaitu pertama bagian pelat yang akan dirakit ditempatkan pada tempat perakitan dan ditahan dengan pemberat yang cukup dan yang kedua bagian pelat yang akan dirakit ditahan dengan alat pemegang yang kuat.



Gambar 20.4. Penahanan pada pengelasan pelat tipis.

2. Menghindari perubahan bentuk pada las sudut dalam proses pembuatan.

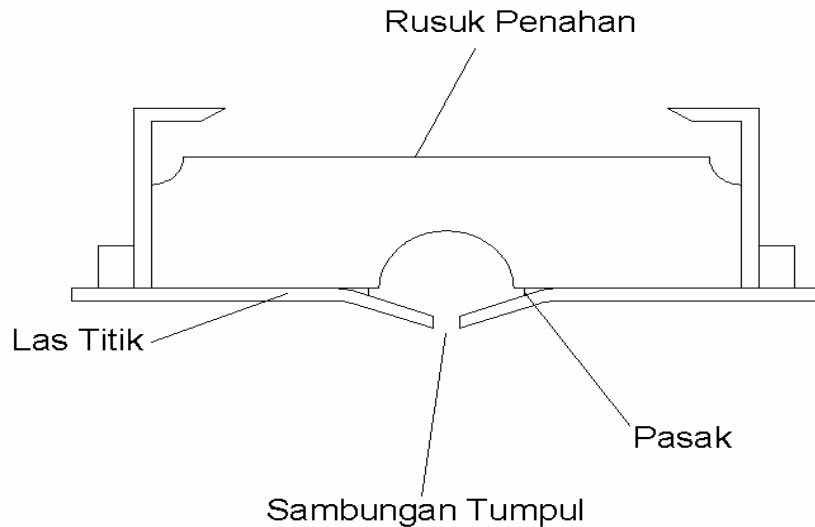
Dalam hal las sudut perubahan bentuk yang terjadi biasanya adalah perubahan sudut dan perubahan memanjang. Hal ini dapat dihindari dengan memberikan perubahan bentuk yang berlawanan terhadap perubahan bentuk yang akan terjadi dalam proses pengelasan pada Gambar 20.5



Gambar 20.5. Cara mengelas sambungan T dengan Memberikan perubahan Bentuk lawan.

- 3). Menghindari perubahan bentuk dalam pengelasan dilapangan.

Penghindaran perubahan bentuk dilapangan biasanya dilakukan dengan bantuan rusuk – rusuk penahanan dan pasak seperti terlihat dalam Gbr 20.6 dengan alat – alat ini pada bagian yang akan dilas dapat diberikan perubahan bentuk lawan yang diperlukan. Dalam hal pengelasan pelat – pelat tipis kadang – kadang diperlukan batang – batang penguat sementara.



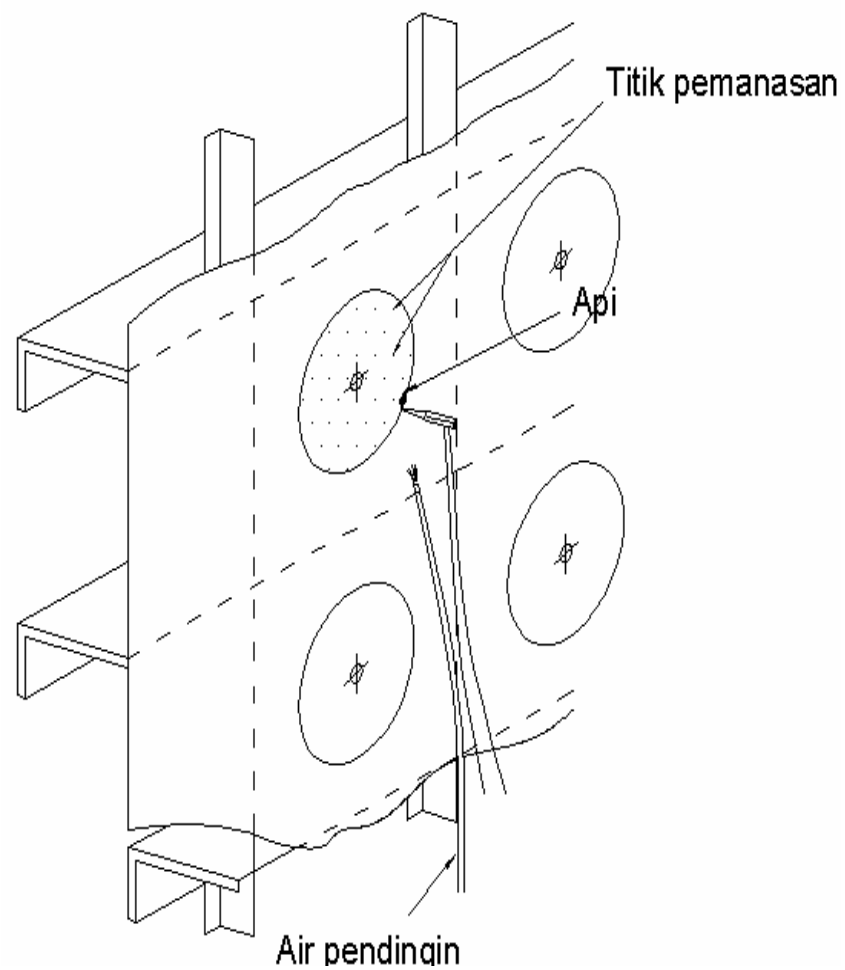
Gambar 20.6. Contoh usaha penghindaran perubahan Bentuk las dengan rusuk Penahan.

(2). Pelurusan Perubahan Bentuk.

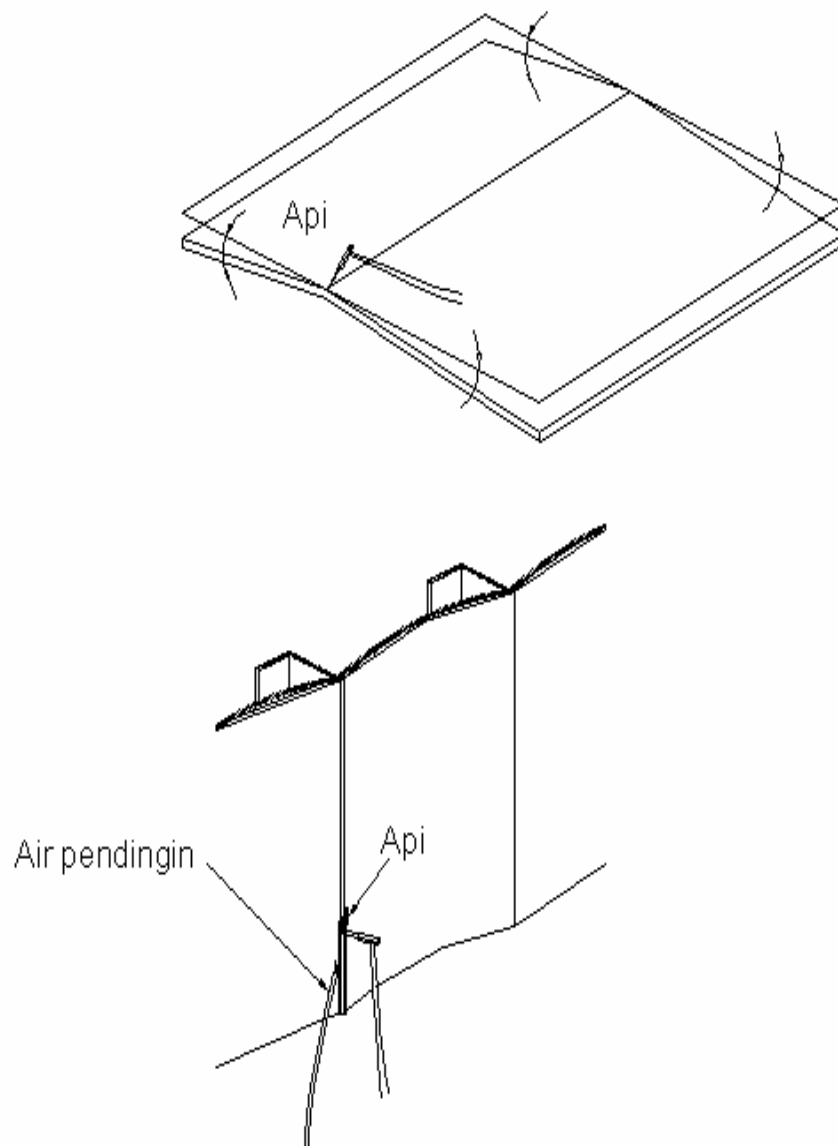
Dasar – dasar dalam usaha meluruskan perubahan bentuk dalam pengelasan adalah memanjangkan bagian yang menyusut dan menyusutkan bagian yang mengembang. Garis besar cara pelurusan ini dapat dibagi dalam dua kelompok yaitu pelurusan termal dan pelurusan mekanik. Dalam pelurusan termal hal yang dilakukan adalah pengerolan, penekanan dan penempaan atau pemukulan. Garis besar dari proses ini ditunjukkan dalam diagram di bawah ini.

Cara – cara pelurusan dengan pemanasan setempat dan pelurusan dengan pemanasan garis pada garis lasan untuk meluruskan perubahan bentuk memanjang digunakan cara pemanasan berbentuk pasak .

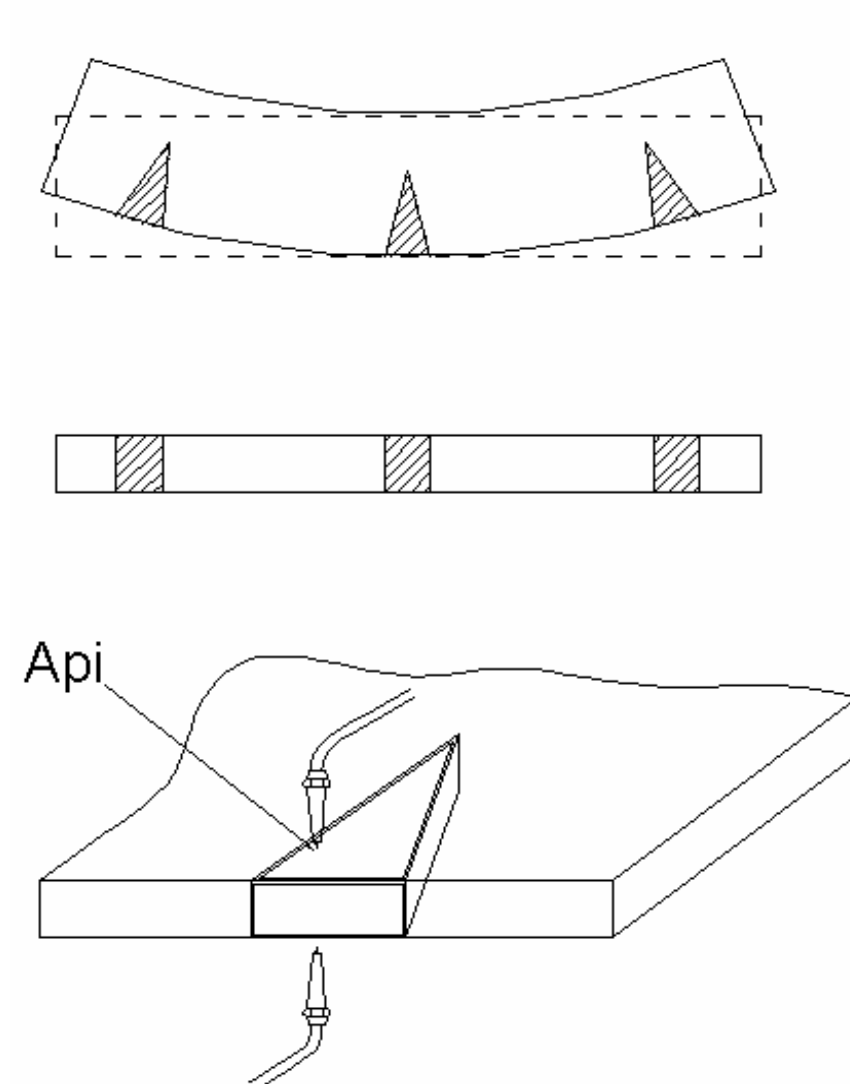
Syarat–syarat pemanasan dan pendinginan dalam proses pelurusan ini sangat tergantung dari besar kecilnya perubahan bentuk yang terjadi, tebalnya pelat dan hal – hal lainnya yang biasanya didapatkan berdasarkan pengalaman – pengalaman. Dalam pelurusan termal harus dihindari pemanasan yang berlebihan, karena pemanasan yang berlebihan akan membuat sambungan menjadi getas. Dalam proses pelurusan ini dapat lebih efektif bila pelaksanaannya dilakukan bersamaan dengan pemanasan dan biasanya disebut pelurusan dengan pemanasan dan penekanan.



Gambar 20.7. Pelurusan termal dengan pemanasan setempat.



Gambar 20.8. Pelurusan termal dengan pemanasan garis.



Gambar 20.9. Pelurusan termal pada perubahan bentuk memanjang.